

⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :

2 823 529

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national :

01 04969

⑮ Int Cl<sup>7</sup> : F 01 L 9/04

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 11.04.01.

⑬ Priorité :

⑭ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 18.10.02 Bulletin 02/42.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑯ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑰ Demandeur(s) : SAGEM SA Société anonyme — FR.

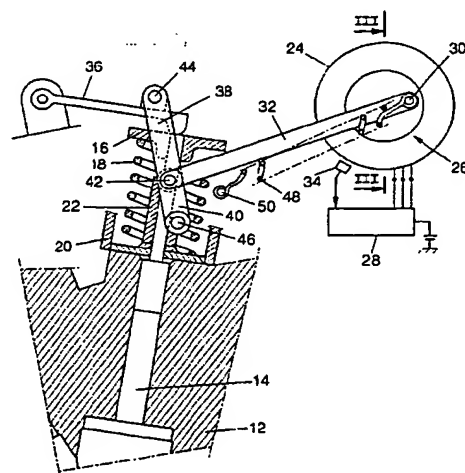
⑱ Inventeur(s) : DOREAU JEAN.

⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

① DISPOSITIF DE COMMANDE DE SOUPAPE A POINT MORT.

② Le dispositif commande une soupape à déplacement  
linéaire suivant son axe entre une position de fermeture par  
appui sur un siège et une position d'ouverture, munie d'au  
moins un ressort de fermeture (18). Le dispositif comprend  
un actionneur ayant un organe moteur (26) relié à un organe  
(36) de poussée sur la soupape dans le sens de l'ouverture  
par une tringlerie (32-42) ayant au moins un point mort d'ir-  
réversibilité correspondant à la position de fermeture de la  
soupape et ayant un ressort (48) de rappel dans un sens  
correspondant à l'ouverture de la soupape.



FR 2 823 529 - A1



## DISPOSITIF DE COMMANDE DE SOUPE A POINT MORT

La présente invention concerne les dispositifs permettant de déplacer chacun une soupape suivant l'axe de la soupape et comportant un actionneur qui lui est propre et agit sur une tige de poussée de soupape afin d'amener alternativement la soupape dans une position d'ouverture et une position de fermeture. L'invention trouve une application particulièrement importante dans la commande des soupapes d'un moteur à combustion interne, à allumage par étincelles ou par compression.

A l'heure actuelle, les soupapes de la plupart des moteurs à combustion interne sont actionnées par un arbre à cames entraîné par le moteur. Les vitesses d'ouverture et de fermeture des soupapes sont faibles lorsque le moteur est bas régime, ce qui est défavorable au remplissage des chambres de combustion.

On a déjà proposé des actionneurs électromagnétiques permettant de réduire les inconvénients ci-dessus, utilisant un effet d'électroaimant. L'actionneur comporte une palette en matériau ferromagnétique liée à une tige de poussée de soupape et déplaçable par au moins une bobine montée sur un circuit ferromagnétique entre deux positions stables définies par l'appui de la palette contre le circuit ferromagnétique. Des moyens de rappel élastique maintiennent au repos la soupape dans une position intermédiaire entre les positions d'ouverture complète et de fermeture. Un tel dispositif peut comporter un actionneur à une seule bobine (FR-A-2 784 222) ou à deux bobines à actions opposées (demande de brevet FR 98 11 670). Les moyens de rappel élastique sont constitués par un ressort ou plus fréquemment deux ressorts mécaniques hélicoïdaux ou par un ou des ressorts pneumatiques (demande de brevet FR 00 03111).

L'ensemble soupape-ressort-palette constitue un système oscillant excité par alimentations périodiques alternées et ayant une fréquence propre, qui peut être ajustée en cas d'utilisation de ressorts pneumatiques. L'énergie apportée par la bobine ou les bobines permet de vaincre la contre-pression à l'ouverture de la soupape et les frottements.

Un tel dispositif à commande électromagnétique présente de nombreux avantages par rapport au système classique à arbre à cames. Il donne beaucoup plus

de souplesse. Il est simple et permet facilement de maintenir les soupapes en position de fermeture ou de pleine ouverture. Mais ses performances sont limitées. L'excitation d'une bobine ne crée une force d'attraction élevée que lorsque l'entrefer est très faible, de sorte que l'énergie doit être apportée sur une très faible partie de la course, d'où une  
5 . commande délicate. Il est difficile d'arriver à un asservissement garantissant que la palette et la soupape arrivent à faible vitesse en butée, alors que cela est nécessaire pour réduire le bruit. Enfin, le caractère balistique du pilotage et la nécessité d'appliquer des forces sur une très faible portion de la course conduisent à une grande sensibilité aux évolutions des forces perturbatrices.

10 Diverses améliorations (FR-A -2 784 222 et demandes de brevet FR 11 6670 et 00 0311) permettent de réduire les inconvénients ci-dessus, mais sans écarter totalement les causes fondamentales des difficultés.

La présente invention vise notamment à fournir un dispositif de commande de soupape à actionneur propre, agissant sur une seule soupape, répondant mieux que  
15 ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique. Elle vise plus particulièrement à fournir un dispositif dans lequel l'énergie nécessaire pour compenser les pertes et amener la soupape dans sa position de pleine ouverture ou de fermeture peut être fournie sur l'ensemble de la course et non pas seulement en fin de course, comme c'est le cas avec un dispositif dans lequel des forces importantes ne sont  
20 créées que lorsqu'une palette approche de la position de fermeture de l'entrefer d'un circuit ferromagnétique. L'invention vise également à obtenir un meilleur profil de vitesse permettant d'arriver à un atterrissage de la soupape sur son siège à vitesse faible.

Elle propose notamment dans ce but un dispositif de commande de soupape à  
25 déplacement linéaire suivant son axe entre une position de fermeture par appui sur un siège et une position d'ouverture, munie d' au moins un ressort de fermeture, le dit dispositif comprenant un actionneur ayant un organe moteur relié à un organe de poussée sur la soupape dans le sens de l'ouverture par une tringlerie ayant au moins un point mort d'irréversibilité correspondant à la fermeture de la soupape et ayant un  
30 ressort de rappel dans un sens correspondant à l'ouverture de la soupape.

Dans un mode avantageux de réalisation, l'organe moteur est rotatif et entraîne un excentrique. La tringlerie peut alors comporter une bielle placée obliquement par rapport à l'axe de la soupape, reliant l'excentrique au point d'articulation d'une genouillère reliant un point fixe à l'organe de poussée sur la soupape.

5 Le ressort de rappel peut alors être constitué par un ressort de traction reliant la bielle à un point d'ancrage et exerçant une action dans le sens de l'ouverture de la soupape.

La non-linéarité apportée par l'excentrique augmente le gradient d'énergie potentielle accumulée par les ressorts et en conséquence la dynamique propre de  
10 l'ensemble oscillateur. Etant donné que l'énergie nécessaire pour compenser les pertes dues au frottement et à la contre-pression peut être apportée sur la majeure partie de la course, l'asservissement est facilité.

L'ensemble organe moteur-excentrique est généralement associé à un moteur électrique muni d'une électronique de commande permettant de déplacer  
15 angulairement l'excentrique. Le moteur peut avoir des natures très diverses. On peut notamment utiliser un moteur à commutation électronique et à aimant permanent, un moteur à réluctance variable et éventuellement pas-à-pas.

En provoquant un mouvement angulaire alternatif de l'excentrique, de part et d'autre de l'orientation correspondant à la fermeture de la soupape, il est possible de  
20 régler aisément la course d'ouverture de la soupape, c'est-à-dire de réaliser une ouverture variable. Cette disposition conserve le stockage d'énergie potentielle dans les ressorts de rappel à la fermeture et à l'ouverture qui constitue un intérêt des systèmes antérieurs. De plus la commande peut être également prévue pour provoquer, à régime élevé du moteur et alors qu'on recherche une pleine ouverture, un mouvement de  
25 rotation continu de l'excentrique pendant les phases d'ouverture et de fermeture de la soupape.

Le ressort de rappel peut être un ressort mécanique, ayant un point d'ancrage fixe ou ajustable. On peut également utiliser un ressort pneumatique avantageusement à pression réglable. A l'aide d'un ressort pneumatique à pression réglable ou d'un  
30 ressort mécanique à point d'ancrage réglable ou à raideur réglable, il est possible d'ajuster la position d'équilibre, c'est-à-dire la longueur du déplacement de la soupape à

partir de sa position de fermeture pour laquelle les énergies potentielles du ressort de fermeture et du ressort de rappel s'équilibrent. Notamment pour que les soupapes soient fermées à l'arrêt, on peut annuler l'énergie potentielle du ressort inverse. D'autres moyens encore peuvent être utilisés pour atteindre ce résultat.

5           Un dispositif du genre rapporté ci-dessus présente de nombreux avantages. L'irréversibilité, au moins dans la position de fermeture, facilite le maintien dans cette position. Le bruit est réduit, puisqu'il n'y a pas venue en butée d'une palette. Il est facile d'amener la soupape en position fermée et de la maintenir ; il est également facile de les maintenir, par exemple le moteur à l'arrêt, ce qui crée un frein moteur.

10           Du point de vue du rendement énergétique, l'invention écarte la difficulté liée à la très faible course sur laquelle peut s'effectuer le pilotage dans le cas d'un actionneur à commande électromagnétique d'une palette. Un pilotage plus précis est possible. Le rendement énergétique est amélioré. Et le dispositif peut facilement être prévu pour créer une ouverture variable, notamment par modulation de l'énergie potentielle du  
15           ressort d'ouverture, obtenue par exemple soit par déplacement d'un point d'ancrage, soit par utilisation d'une pression variable dans un ressort pneumatique.

          On conserve par ailleurs intégralement le caractère d'oscillateur d'un système à palette, qui permet de récupérer l'énergie cinétique des pièces en mouvement. Enfin, comme indiqué plus haut, la non-linéarité apportée par la constitution en double  
20           genouillère résultant du montage oblique et de l'excentrique augmente le gradient d'énergie potentielle et la dynamique propre de l'oscillateur.

          Les caractéristiques ci-dessus ainsi que d'autres apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs. Le description se réfère aux dessins qui l'accompagnent,  
25           dans lesquels :

- la figure 1 montre l'ensemble constitué d'une soupape et de son dispositif de commande selon un premier mode de réalisation, en coupe suivant un plan passant par l'axe de la soupape et le plan d'action de l'actionneur ;
- la figure 2 est un schéma cinématique du dispositif de commande de la figure 1 ;
- 30           - la figure 3 est une vue en coupe selon la ligne III-III de la figure 1 ;

- la figure 4 est un diagramme montrant la variation, en fonction du déplacement de la soupape à partir de sa position de fermeture, de l'énergie cinétique du système oscillant et du temps de transition.

L'actionneur montré en figures 1 et 2 constitue un ensemble destiné à être monté  
5 sur la culasse 12 d'un moteur. Plusieurs dispositifs sont montés côte à côte et chacun affecté à une soupape du moteur.

La soupape 14 proprement dite a une constitution classique. Elle comporte une tête d'appui sur son siège et une queue de soupape sur laquelle est rapportée un plateau 16 d'appui d'un ressort 18 de rappel dans le sens de la fermeture, qu'on  
10 qualifiera par la suite de ressort direct. Ce ressort prend appui sur une coupelle fixe 20 placée sur la culasse 12. Dans le mode de réalisation représenté, la queue de soupape est guidée par une douille 22 solidaire de la coupelle 20.

L'actionneur du dispositif représenté sur la figure 1 comporte un moteur rotatif 24 relié à un excentrique 26. Le moteur peut avoir n'importe quelle constitution à condition  
15 qu'il permette une rotation dans les deux sens si l'on souhaite pouvoir réaliser une ouverture partielle et qu'il permette de déterminer sa position angulaire à l'aide d'une électronique de commande 28 permettant de réaliser un asservissement qui est facilité par l'importance de la course sur laquelle peut être réalisé le pilotage. Il est seulement important que la commande du moteur ne freine pas le déplacement de l'ensemble en  
20 absorbant de l'énergie cinétique. Il peut être complété par un capteur de position 34 facilitant l'asservissement de la commande en position du moteur 24.

L'excentrique 26 représenté en figure 3 est constitué par un disque calé sur l'arbre du moteur 24 et portant un pivot 30 excentré par rapport à l'axe de rotation. Sur ce pivot est articulé une biellette 32 qui reste en permanence oblique par rapport à l'axe  
25 de la soupape 14 ce qui a l'intérêt de réduire l'encombrement et constituant une genouillère.

La biellette 32 est reliée par une genouillère à un levier 36 de poussée de la soupape dans le sens de l'ouverture. Cette genouillère est constituée de deux bras 38 et 40. Les deux bras sont articulés l'un à l'autre et à la biellette 32 par un pivot 42. Le  
30 bras 38 relie ainsi le pivot 42 à un point 44 d'articulation sur le levier 36. Le bras 40 relie

le pivot 42 à un point d'articulation fixe 46. L'ensemble de la biellette et des bras constitue ainsi un tringlerie à genouillère.

Un ressort 48 de rappel dans un sens correspondant à l'ouverture de la soupape, dit ressort inverse, est tendu entre le pivot 30 et un point d'ancrage 50. Ce point d'ancrage est choisi de façon que la direction de la force exercée par le ressort reste très proche de l'orientation de la biellette aussi bien lorsque la soupape est fermée que lorsqu'elle est dans la position de pleine ouverture indiquée en tirets sur la figure 2. La position de ce point peut être immuable. L'emplacement du point d'ancrage 50 peut également être ajustable, notamment lorsque l'on souhaite pouvoir provoquer une ouverture variable de la soupape ou un ajustement de la position de repos.

La tringlerie ainsi constituée présente deux points morts, pour lesquels une poussée ou traction de la biellette ne peut provoquer une rotation de l'actionneur. L'un de ces points morts existe lorsque l'actionneur est dans l'état représenté sur la figure 1, c'est-à-dire lorsque la soupape est fermée et les deux bras dans le prolongement l'un de l'autre. L'autre point mort correspond à la disposition montrée en tirets sur la figure 2 (pleine ouverture de la soupape).

Les échanges d'énergie et déplacements lors du fonctionnement d'un dispositif du genre montré en figure 1 ont l'allure illustrée en figure 4.

La figure 4 montre (courbe en traits pleins) que l'énergie cinétique Eci dans une configuration à ressorts alignés et dont la vitesse se réduit progressivement lors de la fin d'ouverture ou de fermeture de façon symétrique.

La ligne en traits mixtes, qui correspond au fonctionnement d'un système à genouillère du genre montré en figures 1 et 2, montre que l'énergie cinétique se libère plus rapidement à partir de la fermeture, et avec une amplitude supérieure à celle que l'on trouve avec le montage classique (courbe en trait plein). En conséquence, la dynamique est accrue, l'ouverture de la soupape est plus rapide pour les mêmes caractéristiques de ressort. La courbe en tirets montre la variation de la position en fonction du temps et notamment le fait que la vitesse d'impact de la soupape est réduite par rapport à un montage différent.

A faible vitesse, le fonctionnement est le suivant, à partir de l'état représenté en figure 1, où un jeu de distribution, non visible, subsiste entre le levier 36 et la queue de

soupape. Dès le début de rotation de l'excentrique, les actions combinées du ressort inverse 48 et du moteur d'entraînement de l'excentrique provoquent l'appui du levier sur la queue de soupape et l'entraînement de celle-ci dans le sens de l'ouverture contre l'action du ressort de fermeture qui accumule de l'énergie potentielle. Le mouvement se poursuit ainsi jusqu'au point mort opposé, correspondant à la pleine ouverture qui est maintenue pendant le temps nécessaire sans que le moteur d'entraînement de l'excentrique n'ait à exercer une force de maintien appréciable du fait du caractère irréversible de la tringlerie. Puis le moteur est de nouveau commandé pour ramener la tringlerie dans l'état montré en figure 1.

10 A vitesse plus élevée, qui exige des vitesses d'ouverture et de fermeture de soupape également élevée, le système fonctionne à la résonance pour un choix approprié des paramètres mécaniques.

Si on souhaite une ouverture partielle de la soupape, notamment aux faibles charges et faibles vitesses, on utilisera un fonctionnement alternatif du moteur avec la présence d'un seul point mort.



## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de commande de soupape à déplacement linéaire suivant son axe entre une position de fermeture par appui sur un siège et une position d'ouverture, munie d'au moins un ressort de fermeture (18), le dit dispositif comprenant un actionneur ayant un organe moteur (26) relié à un organe (36) de poussée sur la soupape dans le sens de l'ouverture par une tringlerie (32 -42) ayant au moins un point mort d'irréversibilité correspondant à la position de fermeture de la soupape et ayant un ressort (48) de rappel dans un sens correspondant à l'ouverture de la soupape.
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'organe moteur est rotatif et est équipé d'un excentrique.
3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la tringlerie comporte une biellette (32) placée obliquement par rapport à l'axe de la soupape, reliant l'excentrique au point d'articulation d'une genouillère reliant un point fixe (46) à l'organe de poussée sur la soupape et en ce que le ressort de rappel est constitué par un ressort reliant la biellette à un point d'ancrage (50) et exerçant une action dans le sens de l'ouverture.
4. Dispositif suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'excentrique est associé à un moteur électrique muni d'une électronique de commande (28) et permettant de déplacer angulairement l'excentrique.
5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le moteur électrique est un moteur à aimant permanent à commutation électronique ou à moteur à reluctance variable.
6. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que l'électronique de commande est prévue pour provoquer un mouvement angulaire alternatif de l'excentrique, de part et d'autre de l'orientation correspondant à la fermeture de la soupape, permettant une ouverture variable.
7. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le ressort de rappel est à raideur réglable.
8. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le ressort de rappel est à point d'ancrage réglable.

9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le ressort de rappel est un ressort pneumatique à pression réglable.

10. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par des moyens permettant de régler la position d'équilibre de la soupape à partir de sa position de fermeture pour laquelle les énergies potentielles du ressort de fermeture et du ressort de rappel s'équilibrent.

11. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce que la position d'équilibre correspond à la fermeture de la soupape.



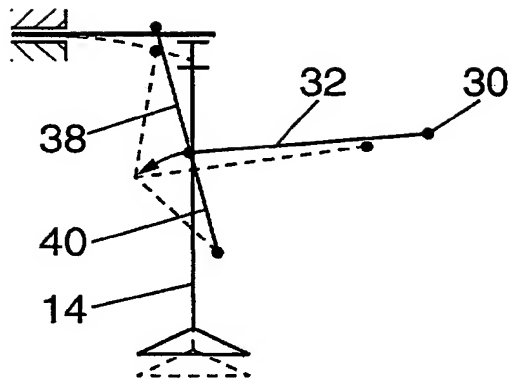


FIG. 2

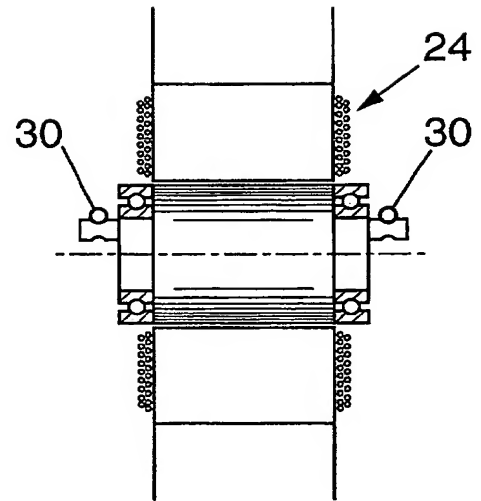


FIG. 3

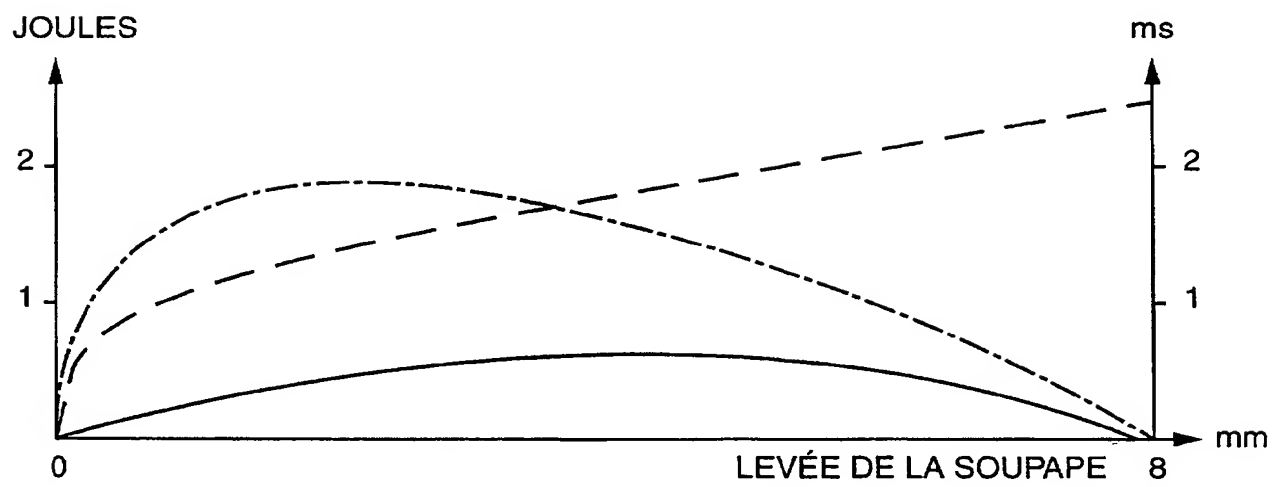


FIG. 4



**INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE**

2823529

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 602486  
FR 0104969

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS   |  | Revendication(s)<br>concernée(s)   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI                  |
|---|--|--|--|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes   |  |  |
| A   | DE 198 35 402 C (META MOTOREN ENERGIETECH)<br>10 février 2000 (2000-02-10)<br>* colonne 1, ligne 39-46 *<br>* colonne 5, ligne 2-21 *<br>* colonne 5, ligne 44-49 *<br>* figures 1,2,4 *               | 1,7-11   | F01L9/04   |
| A   | DE 198 60 451 A (LEIBER HEINZ)<br>29 juin 2000 (2000-06-29)<br>* colonne 1, ligne 3-5 *<br>* colonne 1, ligne 31-38 *<br>* colonne 2, ligne 16-19 *<br>* figures 1-7 *                                 | 1,2  |  |
| A   | DE 198 35 403 A (META MOTOREN ENERGIETECH)<br>10 février 2000 (2000-02-10)<br>* colonne 1, ligne 3-5 *<br>* colonne 3, ligne 68 - colonne 4, ligne 9<br>*<br>* figure 2 *                              | 1  |  |
| A   | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 005, no. 093 (M-074),<br>17 juin 1981 (1981-06-17)<br>& JP 56 039365 A (OSAKA GAS CO LTD;OTHERS:<br>01), 15 avril 1981 (1981-04-15)<br>* abrégé *<br>* figures 1-7 * | 1  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (Int.CL.7)<br><br>F01L<br>F16K |
| A   | DE 19 42 677 A (INST GORNAGO DELA IM AA<br>SKOCIN) 4 mars 1971 (1971-03-04)<br>* page 1, alinéa 1 *<br>* page 5, alinéa 6 *<br>* figure 3 *  | 1  |  |
| ---   |  |  |  |
| -/--  |  |  |  |
| Date d'achèvement de la recherche   |  | Examineur  |  |
| 12 décembre 2001  |  | Paquay, J  |  |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS   |  |  |  |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |

## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

FA 602486  
FR 0104969

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

2823529

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE****RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0104969 FA 602486**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12-12-2001

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| DE 19835402 C                                   | 10-02-2000             | DE 19835402 C1                          | 10-02-2000             |
|   |                        | US 6202607 B1                           | 20-03-2001             |
| DE 19860451 A                                   | 29-06-2000             | DE 19860451 A1                          | 29-06-2000             |
|   |                        | WO 0039435 A1                           | 06-07-2000             |
|   |                        | EP 1144813 A1                           | 17-10-2001             |
| DE 19835403 A                                   | 10-02-2000             | DE 19835403 A1                          | 10-02-2000             |
|   |                        | JP 2000104516 A                         | 11-04-2000             |
|   |                        | US 6273116 B1                           | 14-08-2001             |
| JP 56039365 A                                   | 15-04-1981             | JP 1236667 C                            | 31-10-1984             |
|   |                        | JP 59011058 B                           | 13-03-1984             |
| DE 1942677 A                                    | 04-03-1971             | DE 1942677 A1                           | 04-03-1971             |
| DE 4438250 A                                    | 02-05-1996             | DE 4438250 A1                           | 02-05-1996             |
|   |                        | FR 2726328 A1                           | 03-05-1996             |
|   |                        | GB 2295884 A ,B                         | 12-06-1996             |
|   |                        | IT MI952107 A1                          | 26-04-1996             |

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)